



# *Le strategie dell'equilibrio nello sport: la misurazione e le componenti da allenare nella prevenzione degli infortuni*

*Anna Rita Calavalle*

Ricercatrice Metodi e Didattiche dell'Attività Motoria e Sportiva

Dipartimento di Scienze Bio-Molecolari  
Università di Urbino "Carlo Bo" - Italy

3 agosto 2016

# Il Controllo dell'Equilibrio e gli Sport

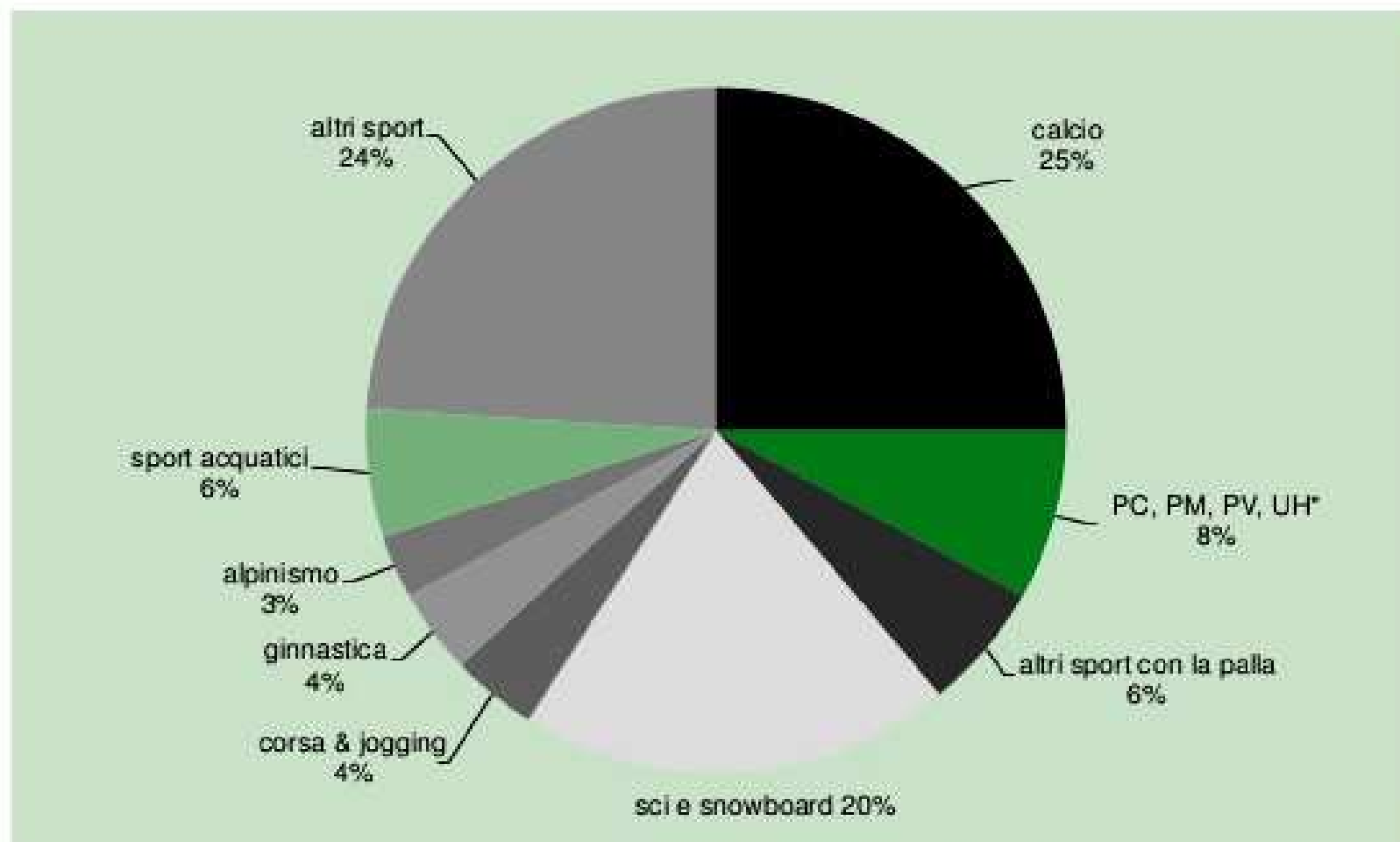
- equilibrio statico: sport di tiro (arco, carabina, pistola)
- “        dinamico: free-style sport (skate/snow-board, surf, acrobatica)
- stabilità baricentro in situazioni spec.: arti marziali, ballet, ginnastica
- mantenimento del Centro di Massa su superfici ridotte: pattinaggio, arrampicata
- assestamento baricentro da seduti: canoa, equitazione
- Controllo in compiti elevata diff.: sollevamento pesi, balli acrobatici

# Relazione Infortuni&Equilibrio

- Stress verticali/rimbalzi:  
**distorsione caviglia**
- Cambi di direzione dinamici:  
**infortuni alle ginocchia**
- Sforzi prolungati e faticosi:  
**infortuni da stanchezza (vari)**
- Contrasti diretti con contatto:  
**infortuni da caduta (vari)**

# Infortuni nello sport

In media 175 302 infortuni l'anno mentre si pratica sport e attività ricreative



# *Obiettivi del tecnico*

- Costruire la tecnica (sulle basi del talento)
- Allenare le caratteristiche psico-fisiche
- Prevenire gli infortuni



3 agosto 2016

# Parametri determinanti

- Caratteristiche dell'atleta (antropometriche, attitudine, presenza di infortuni cronici)
- Motivazione dell'atleta
- Livello tecnico (> intensità allenamento e  
> difficoltà del programma)
- Competenze dell'allenatore
- Codice Punteggi

# *Fattori di rischio*

## *INTRINSICI:*

fattori individuali biologici e psicosociali  
(antropometrici: BMI, BF,  
età, periodi di accrescimento rapido)  
e caratteristiche motorie individuali

## *ESTRINSICI:*

propri dello sport e insiti nei metodi di  
allenamento e/o provocati da  
attrezzature inadeguate

# *Predittività*

## Caratteristiche senso- motorie:

Rapidità

Equilibrio

Endurance

Flessibilità

## Car. Psicologiche:

Gestione stress

Motivazione

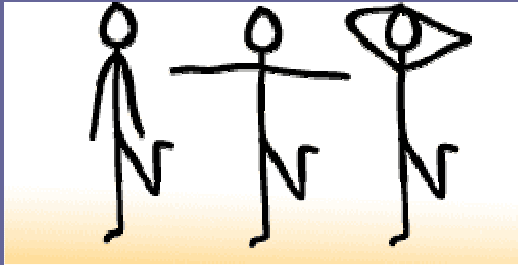




# Apparati di controllo

- Sistema ottico: parametri spazio-tempo ambientali (limitato dalla posizione)
- Sistema vestibolare: coadiuva nei parametri spaziali quello ottico  
(risente del movimento)
- Sistema propriocettivo e cinestesico: parametri spazio-temporali riferiti a se stesso

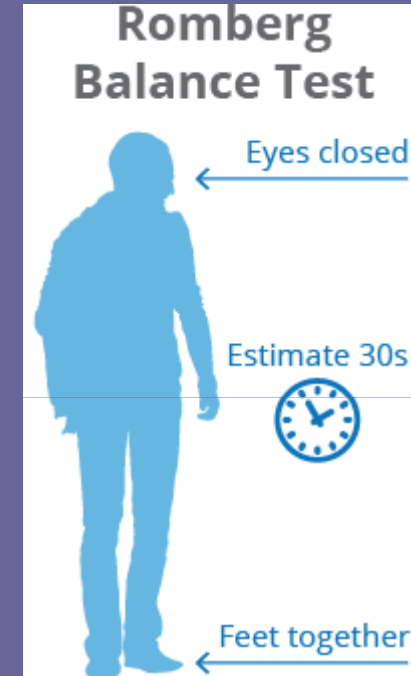
# Misurazione: test da campo



Flamingo test



Stark test



# Force Platform



3 agosto 2016

# Studi su atleti vs non atleti

Vuillerm et al., 2001; Carrick et al, 2007; Hrysomallis, 2007; Asseman et al. 2008; Garciaa et al., 2011.

## Metodi

- Studi su pedana:
  - a) stabilometrica (force platform)
  - b) basculante
- campione (ginnaste/i)
- test (posizione bipede, occhi aperti e chiusi)
- Elaborazione dati (FDT= Fourier Discrete Transform)

3 agosto 2016

## Risultati

- ginnasti migliori di altri atleti  
solo in prova specifica sport
  - Dati ad OC  
sempre peggiori OA  
(in tutti i soggetti)
- ginn. non esperti migliori di ginn d'elite sia OC che OA

# Evidenze Scientifiche

1. non c'è “transfer” dell'expertise sportiva nel controllo della postura di base se non in gesti propri della disciplina
2. Tutti i soggetti dipendono dall'analizzatore ottico
3. Con l'aumentare dell'expertise aumenta la dipendenza al controllo visivo

AR Calavalle, D Sisti, MBL Rocchi, R Panebianco, M del Sal, V Stocchi.  
*Postural trials: the expertise in rhythmic gymnastics increases control in lateral directions. EJAP (2008) 104:643–649.*

## OBIETTIVI

- a. Evidenziare le eventuali variabili associate alla GR nel controllo posturale bipodalico in ginnaste d'élite  
= riconoscimento del talento;
- a. Rilevare il possibile “transfer” dell'expertise in GR nella postura di base (EO e EC)  
= incidenza dell'allenamento specifico sulla vita del soggetto.

# Campione

## Atlete d'elite di Ginnastica Ritmica (GR)

- componenti rappresentativa Naz. (olimpiche) e campionesse Naz. diverse categorie

Min. 5 all/sett. (3/4h)

## ▪ Atlete amatoriali di altri sport (OS)

- studentesse di Scienze Motorie praticanti sport amatoriali

max 3 all/sett (1/2h)

## Ginnaste di ritmica (RG)

età: 18.38 (4.57) anni;

altezza: 155 (12) cm;

peso: 41.25 (9.07) kg.;

BMI: 17.06 (1.59).

## Altri sport (OS)

età: 22.09 (5.63) anni;

altezza: 166 (5) cm;

peso: 56.89 (5.81) kg.;

BMI: 20.62 (1.92)

# Metodi

## Tipo di prova:

- stazione eretta bipodalica, per 60 sec, ad occhi aperti (EO), con punto di repere, e ad occhi chiusi (EC)

## Acquisizione dati:

- Utilizzo di una pedana stabilometrica (Force platform), con frequenza a 100 Hz

## Elaborazione dati:

- Calcolo di alcuni indici tramite opportune routine appositamente programmate in Visual Basic for Application (VBA).



# Lo Sway

Indici nel dominio del:

## 1) TEMPO

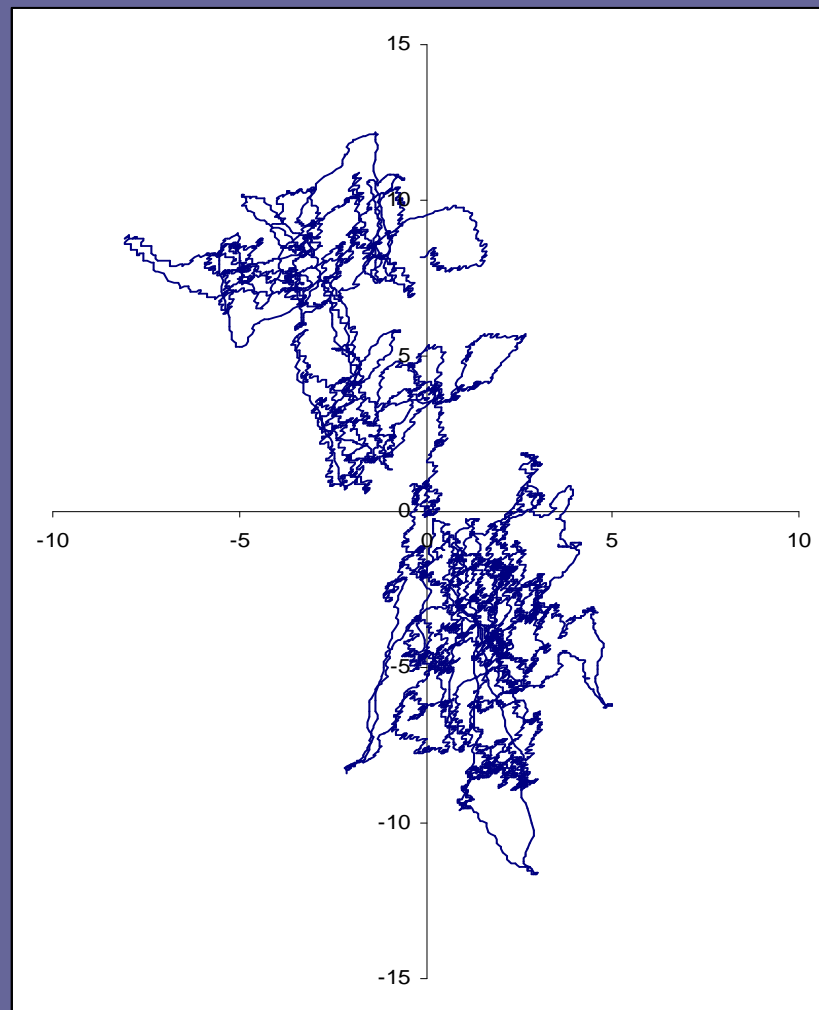
- DIST media rd
- DIST media ap
- DIST media ml

## 2) FREQUENZA

- Discrete Fourier Transform  
per il calcolo dell'energia nelle  
seguenti finestre spettrali:  
0 Hz, 0-0.1 Hz, 0.1-0.5 Hz, 0.5-2 Hz,  
2-20 Hz

## 3) AREA

- Area CC, Area SE, a-SE, b-SE,  
relativamente agli indici nel  
dominio del **Tempo**.



# Risultati e Conclusioni

**Ad occhi aperti:**

**in M-L:** atlete GR erano costantemente migliori del gruppo di controllo nelle finestre spettrali delle frequenze medie = l'expertise in GR presenterebbe un “transfer” ma solo nell'intervallo di tempo 0.05/10 sec.;

**in A-P:** atlete GR erano uguali al controllo nelle frequenze medie mentre a quelle alte e basse erano peggiori (cfr letteratura esistente) = conferma transfer expertise tra 0.05/10 sec. (controllo propriocettivo);

**Ad occhi chiusi:** le atlete GR presentavano valori superiori rispetto al gruppo di controllo (cfr lett. esistente), sembravano quindi più dipendenti dal controllo visivo.

**A.R. CALAVALLE, D. SISTI, G. GIACOMELLI, M.GERVASI, M.B.L. ROCCHI**  
**(2011) Postural trials in rhythmic gymnastics: a new approach revealed expertise in**  
**a simple postural steadiness**  
**The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, Vol. 51, Suppl. I to No.3, p13**

- 1) Definire nuovi indici maggiormente associati  
all'expertise della Ginnastica Ritmica  
= riconoscimento precoce del talento**
- 2) Comparare i risultati con soggetti di altri sport**
- 3) Identificare le strategie adottate da ginnaste d'elite in  
piena attività = razionalizzazione dell'allenamento**

## L'Angular Smoothing Area (ASmA) (Sisti D, Rocchi MBL, 2005)

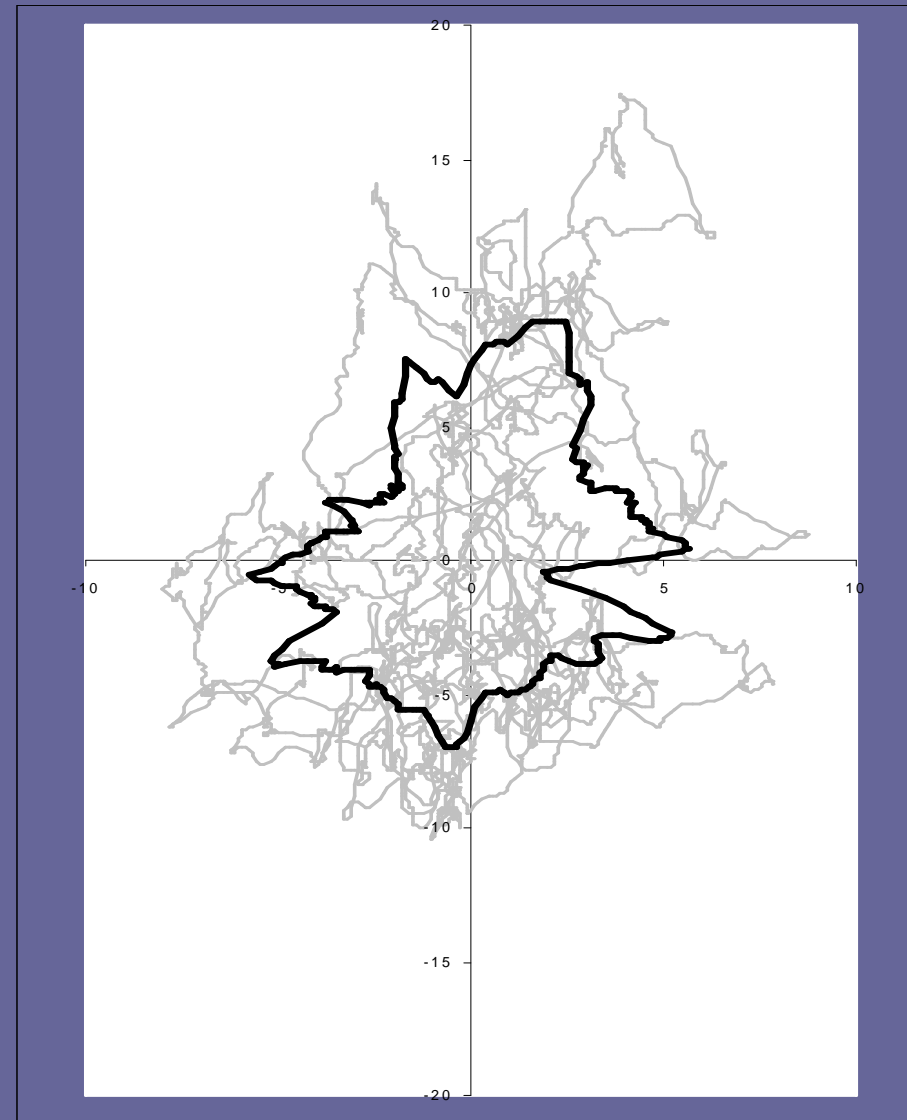
**E' una superficie associata all'area dello sway, elaborata con i seguenti passaggi:**

- 1) la definizione di un angolo  $\alpha$  (es: 5° gradi), con vertice nel centro dello sway, riferito al soggetto;**
- 2) il calcolo del baricentro dei punti dello sway interni all'angolo.;**
- 3) la rotazione dell'angolo  $\alpha$  di un angolo  $\beta < \alpha$  (es: 1° grado);**
- 4) il collegamento di tutti i baricentri dei  $(360^\circ/\beta)$ -esimi angoli ,ottenuti nella rotazione completa dell'angolo  $\alpha$ .**

Rappresentazione di uno stabilogramma (in grigio),  
durata della prova 60 secondi e frequenza di campionamento 100 Hz,  
in evidenza la superficie AsmA (delimitata in nero).

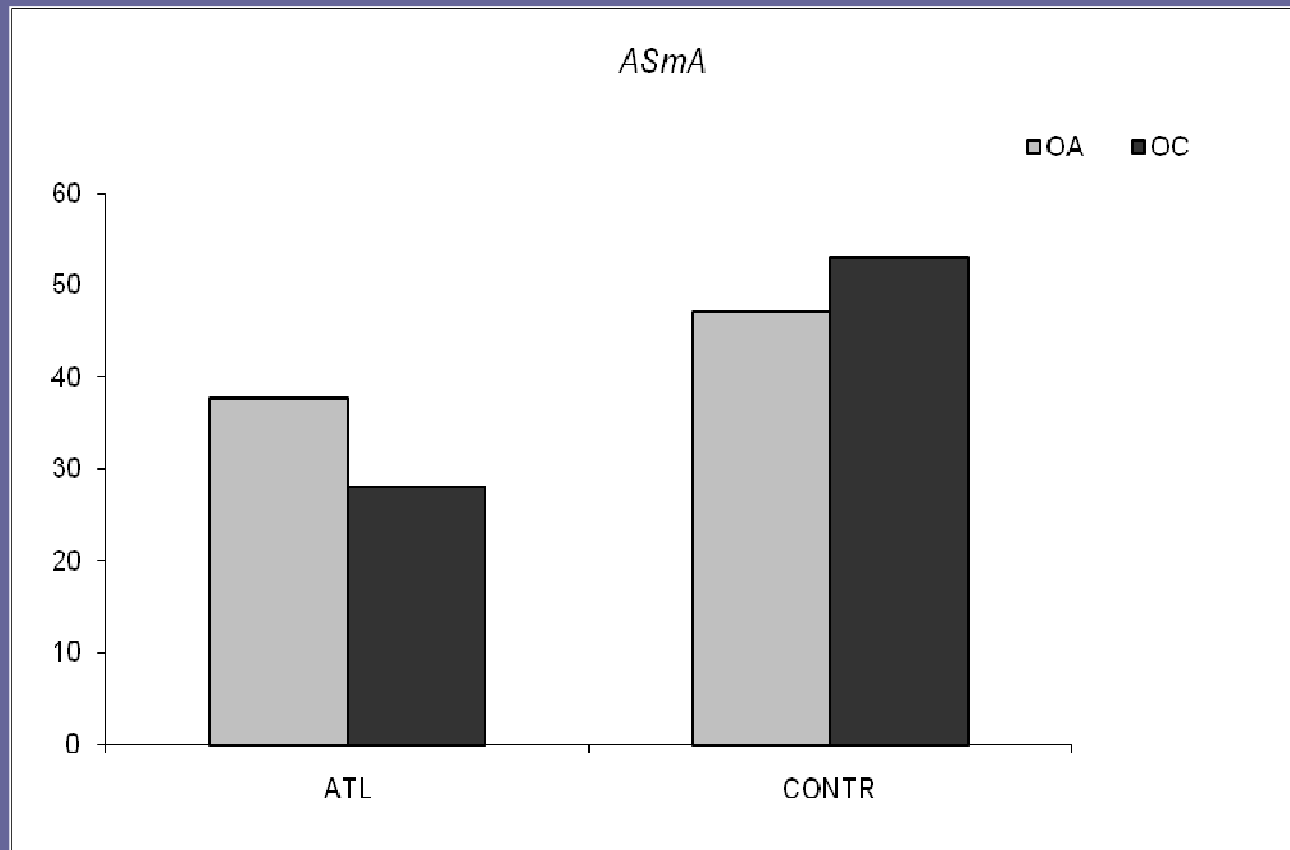
Fattori considerati:

AreaASma; Distanza min.; Distanza max.;  
Distanza media



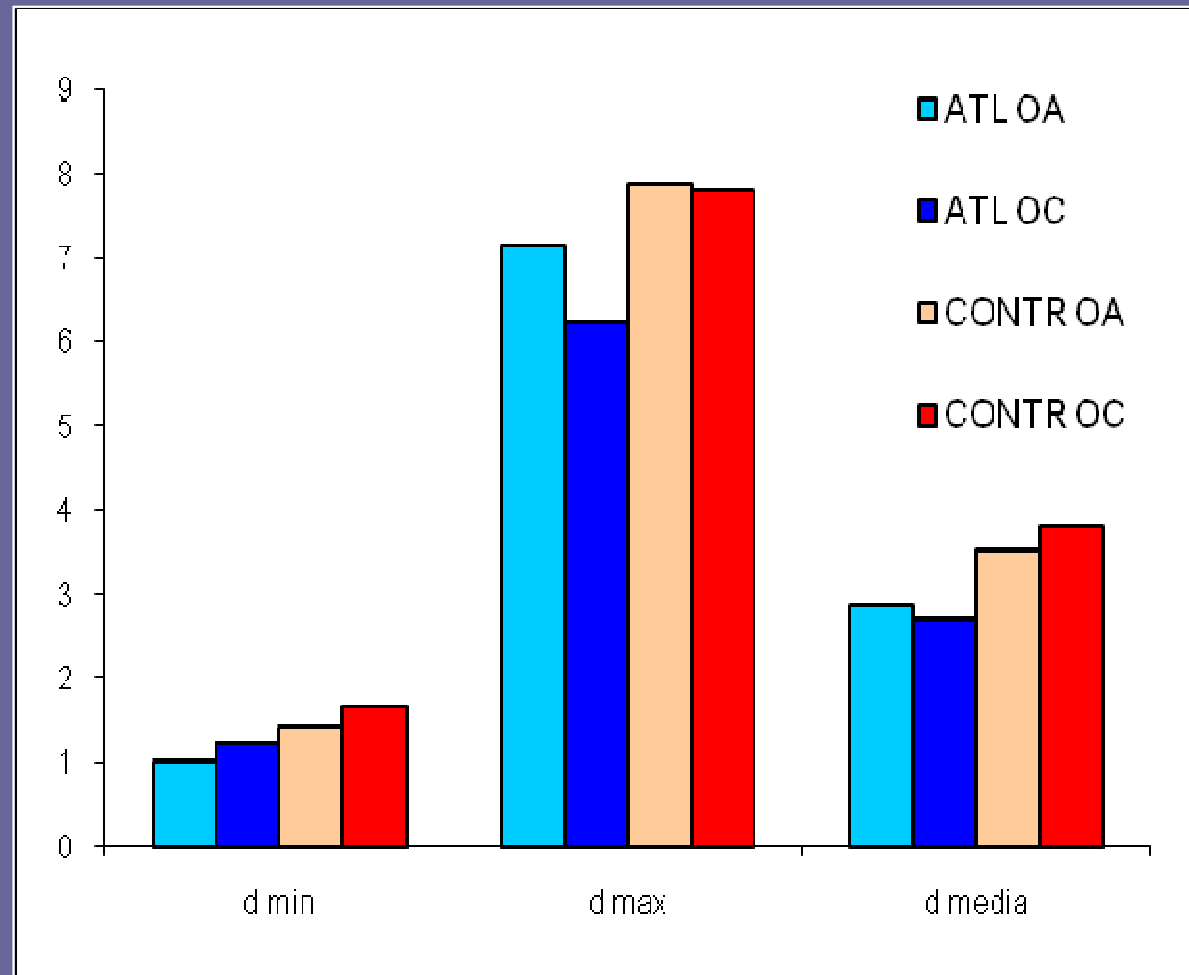
Asse x= asse ML; asse y= asse AP.

# Risultati



Il confronto tra le atlete e il gruppo di controllo mette in evidenza che: l'area **ASmA** nelle atlete è sempre < del controllo sia ad occhi aperti ( $p=0,033$ ) che ad occhi chiusi ( $p=0,001$ )  
Ma anche che atlete OC < atlete OA ( $p=0.02$ ).

3 agosto 2016  
ANOVA a due vie.



**Si evidenzia che le atlete sono sempre migliori rispetto al gruppo di controllo, indipendentemente da OC od OA ( $p > 0,001$ ).**

**Inoltre le atlete, ad occhi chiusi, sono migliori, in d max e d media, rispetto ad occhi aperti, diversamente dai controlli.**

3 agosto 2016

# Discussione

L'indice ASmA mostra che:

- le atlete di **GR** risultano **sempre migliori** del **gruppo di controllo** nel mantenimento di un equilibrio statico bipodalico, tutta pianta, non proprio della disciplina;
- I dati delle stesse **atlete GR**, nella dist. media e max, sono **migliori ad OC rispetto ad OA;**
- I dati del **gruppo di controllo** nella dist min. e media, sono sempre **peggiori ad OC rispetto ad OA.**



# Conclusioni

## le ginnaste d'elite di Ginnastica Ritmica:

- esprimono una strategia specifica  
(transfer dell'expertise)  
nella posizione eretta più comune;
- oscillano più frequentemente vicino al baricentro  
rispetto al gruppo di controllo, anche se  
saltuariamente se ne allontanano  
(ipotesi: recupero della fatica);
- non sono dipendenti dal riferimento ottico

# Considerazioni per la pratica

## L'allenamento deve mirare:

- al controllo dell'equilibrio generale su una larga base di variabilità di stimoli;
- allo stimolo dei sistemi sensorio-motori propriocettivo e cinestesico
- al controllo posturale e della core stability

# ***Bibliografia***

Zemkova E. Assessment of balance in sport: Science and reality (2011) Serbian Journal of Sport Sciences, Archiive, Number 4

Dimitrova L, Petkova K (2015) Analysis and assessment of injury risk in female gymnastics: Bayesian Network approach, TEM Journal – Volume 4, N.1

Hewett TE, Myer GD, Ford KR. (2005) Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: a systematic review of neuromuscular training interventions, J. Knee Surg. 18:82-88

Leeton D.T., Ireland M.L., Willson J.D., (2004) Core stability measures as a risk factors for lower extremity injury in athletes, Med. Sci. Sports. Exerc. 36:926-934

Willardson JM. (2007) Core Stability training: application to sport conditioning programs. JSCR, 21(3), 979-985

# Grazie dell'attenzione



3 agosto 2016